

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-041799

(43)Date of publication of application : 11.03.1983

(51)Int.Cl.

C30B 25/02
C30B 29/06
// C01B 33/02
H01L 21/205

(21)Application number : 56-136951

(71)Applicant : TOHOKU METAL IND LTD

(22)Date of filing : 02.09.1981

(72)Inventor : KAZONO TOMIO

(54) METHOD FOR CRYSTAL GROWTH

(57)Abstract:

PURPOSE: To suppress the autodoping, and to sharpen the concentration gradient between a high-concentration Si layer and a low-concentration Si layer in the growth of an extremely low-concentration Si layer on a high-concentration Si layer, either by using SiCl_4 and raising the temperature during the growth or by using first SiH_4 and then changing to SiCl_4 .

CONSTITUTION: The first extremely low concentration Si layer (i-layer) is applied to a high-concentration Si substrate at a relatively low temperature in a vapor phase by the hydrogen reduction reaction of SiCl_4 to the extent that the autodoping of the layer does not take place. The temperature of the system is raised, and the second extremely low concentration Si layer is applied to the above i-layer by vapor-phase crystal growth. As an alternative method, the first extremely low-concentration Si layer is applied to the substrate in vapor phase by the thermal decomposition of SiH_4 in H_2 atmosphere, and then the second extremely low-concentration Si layer is applied thereto in vapor phase by the hydrogen reduction reaction of SiCl_4 .

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—41799

⑬ Int. Cl.³
C 30 B 25/02
29/06
// C 01 B 33/02
H 01 L 21/205

識別記号

庁内整理番号
6703—4G
6703—4G
7310—4G
7739—5F

⑭ 公開 昭和58年(1983)3月11日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑮ 結晶成長法

仙台市郡山六丁目7番1号東北
金属工業株式会社内

⑯ 特 願 昭56—136951
⑰ 出 願 昭56(1981)9月2日
⑱ 発 明 者 加園富男

⑲ 出 願 人 東北金属工業株式会社
仙台市郡山六丁目7番1号
⑳ 代 理 人 弁理士 芦田坦 外2名

明 細 書

気相成長させることを特徴とする結晶成長法。

1. 発明の名称

結 晶 成 長 法

2. 特許請求の範囲

1. 高濃度シリコン基板上に極低濃度シリコン層を成長させる方法において、まず SiCl_4 の水素還元反応によって比較的低温で上記高濃度シリコン基板上に第1の極低濃度シリコン層を気相成長させ、次に SiCl_4 の水素還元反応によって比較的高温で上記第1の極低濃度シリコン層上に第2の極低濃度シリコン層を気相成長させることを特徴とする結晶成長法。

2. 高濃度シリコン基板上に極低濃度シリコン層を成長させる方法において、まず SiH_4 の熱分解反応によって上記高濃度シリコン基板上に第1の極低濃度シリコン層を気相成長させ、次に SiCl_4 の水素還元反応によって上記第1の極低濃度シリコン層上に第2の極低濃度シリコン層を

3. 発明の詳細な説明

本発明は高濃度シリコン基板上に極低濃度シリコン層(いわゆる1層)を成長させる方法に関し、特にオートドーピングを減らして高濃度シリコン基板と極低濃度シリコン層(1層)との間の濃度勾配を急峻にするようにした結晶成長法に係わる。

一般に、大電力用の電界効果トランジスタなどの基板には、①いわゆる ion N^+ 基板と呼ばれる、高濃度の N^+ シリコン基板上に1層を気相成長させた基板と、②低濃度の N^- シリコン基板の表面に N^+ 不純物を拡散させた基板とがあり、耐圧の違いなど特性面の要求に応じて使い分けていた。

本発明は、上記①の ion N^+ 基板を製造するための、高濃度シリコン基板上に極低濃度シリコン層(1層)を成長させる工程に関する。この工程においては、高濃度シリコン基板の不純物

の飛び出しが起こり、高濃度シリコン層(1層)との間にオートドーピング層が形成されることは避けられない。このオートドーピング層が厚くなり、高濃度シリコン基板と極低濃度シリコン層(1層)との間の濃度勾配が緩くなると、大電力用の静電誘導トランジスタ(Static Induction Transistor: 3極管特性を示す縦型ジャンクション電界効果トランジスタ)など出力が非常に大きいデバイスにとって、十分な耐圧が得られない。

本発明の目的は、高濃度シリコン基板上に極低濃度シリコン層(1層)を成長させる方法において、上述したオートドーピングを減らして高濃度シリコン層と極低濃度シリコン層(1層)との間の濃度勾配を急峻にするようにした結晶成長法を提供することにある。

本発明によれば、高濃度シリコン基板上に極低濃度シリコン層を成長させる方法において、まず SiCl_4 の水素還元反応によって比較的低温で上記高濃度シリコン基板上に第1の極低濃度

シリコン層を気相成長させ、次に SiCl_4 の水素還元反応によって比較的高温で上記第1の極低濃度シリコン層上に第2の極低濃度シリコン層を気相成長させることを特徴とする結晶成長法が得られる。

本発明によれば、高濃度シリコン基板上に極低濃度シリコン層を成長させる方法において、まず SiH_4 の熱分解反応によって上記高濃度シリコン基板上に第1の極低濃度シリコン層を気相成長させ、次に SiCl_4 の水素還元反応によって上記第1の極低濃度シリコン層上に第2の極低濃度シリコン層を気相成長させることを特徴とする結晶成長法が得られる。

本発明に従えば、大電力用の静電誘導トランジスタなど出力が非常に大きいデバイス用の基板として最適な基板が得られ、この基板を用いると、高周波の分野で十分に使用に耐え、しかも耐圧が従来に比べて大幅に上昇した上述の如きデバイスを製作することが可能となる。

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明す

る。

まず、本発明で問題にしているオートドーピングの機構について説明する。

第1図を参照すると、模型のエピタキシャル炉中におけるサセプタ10上のウェハー11の位置が示されている。キャリアガスまたは還元剤としての H_2 は第1図の矢印Aの方向に流される。また、第1図の矢印Xはサセプタ上のウェハーの配列方向を示す。キャリアガス H_2 はこの矢印Xの方向に対して逆方向(即ち矢印Aの方向)に流される。なお、第2図及び第3図における横軸Xは上述したXと同じものを示す。

模型のエピタキシャル炉でデポジションガスとして SiCl_4 を用いて気相成長を行なうと、第2図のように、キャリアガス H_2 の下流側のウェハーの成長層の不純物濃度が高く、上流側のウェハーの成長層の不純物濃度が低いという実験データが得られている。また、不純物濃度プロファイルの急峻度(後に定義する)は、第3図のように、反対に下流側のウェハーが小さく、

上流側のウェハーが大きいというデータが得られている。これらは、気相成長の反応機構を考えたと説明がつく。つまり、 H_2 雰囲気中に不純物としてSbなどがドーピングされて形成されている N^+ 基板(ウェハー)を入れ、高温(例えば1200℃)で SiCl_4 をデポジションガスとして気相成長を行なうと、還元及びエッチング反応が同時に引き起こされ、該基板の不純物が飛び出し、該不純物がキャリアガス H_2 の流れにのって下流側のウェハーに付着し還元反応等によってドーピングされてしまう。このため下流側のウェハーほどドーピングされやすい。ここで、不純物濃度プロファイルの急峻度の定義を第4図を用いて説明する。第4図において、横軸は成長層(1層)の表面からの距離(μm)を示し、 W_2 は N^+ 基板の表面位置である。また T_1 及び T_2 は第4図の不純物濃度曲線の両端部に接する接線であり、 W_1 は両接線 T_1 及び T_2 の交点を通る横軸に平行な直線と不純物濃度曲線との交点の横軸における位置を示す。そして、急峻度を

$(W_1 - W_2) \mu m$ と定義する。この数値が大きいほど不純物曲線はだれぎみになる。第5図に示すとおり、④～⑥の5本の不純物濃度曲線のように成長層(1層)の不純物濃度が低いほど急峻度 $(W_2 - W_1)$ は大きい数値になる。このことから、還元及びエッチング反応により飛び出したSbなどの不純物が濃度の低い成長層に強く影響を及ぼし、逆に比較的高濃度の成長層には鈍感であると考えられる。なお、第1図～第5図において、 N^+ 基板の不純物濃度は $10^{19} (1/cm^3)$ である。

以上のオートドーピングのメカニズムをもとに、オートドーピングを減らす本発明の方法について説明する。

実験的に成長温度を低くすると基板不純物の飛び出しがおさえられることがわかっている。このことから、はじめに比較的に低温で成長を開始し、基板からの不純物の飛び出しがなくなるまで堆積させ、次に高温にさらし成長速度をかせぎ、所望の厚みのエピタキシャル層を設け

るのが、本発明の第1の方法である。この方法では始めから終りまでデポジションガスとして $SiCl_4$ を使用する。

本発明の第2の方法は、最初 SiH_4 等の熱分解反応でエピタキシャル層を気相成長させた後、 $SiCl_4$ に切り換え温度を高温にして $SiCl_4$ の水素還元反応でエピタキシャル層を所望の厚みまで気相成長させる方法である。この方法は、 SiH_4 の熱分解によるエピタキシャル層の成長が低温(1000℃)法であり、急な不純物分布を得ることができることを利用したものである。

具体的には次のようにする。

- (1) $SiCl_4$ を用い処理温度を低温から高温に上げる方法

H_2 雰囲気中で例えば1050℃の温度に N^+ 基板をさらし、 $SiCl_4$ を導入すると主として水素還元反応によりSiが堆積されるが、これをオートドーピングが起こらない値まで堆積させ(例えば2～3 μm)、次に温度を高温(例えば1200℃)に上昇させ、大電力用のトランジスタに十分使

える程度の厚みを持った基板を作った。トータルの成長層(1層)の厚みは50～60 μm 、不純物濃度は $1 \sim 2 \times 10^{19}/cm^3$ 、オートドーピングの厚み(急峻度)は1 μm 以内であった。これは容量-電圧測定法(C-V法)により測定した。

- (2) はじめに SiH_4 を用い次に $SiCl_4$ に換える方法

H_2 雰囲気中で例えば1000℃の温度に N^+ 基板をさらし、 SiH_4 を導入すると主として熱分解反応によりSiが堆積される。一般に SiH_4 の場合は濃度プロファイルの急峻度は1 μm 以内であり、数 μm 堆積させた後、温度を例えば1200℃まで上昇させかつ $SiCl_4$ に切り換えて数十 μm の1層を気相成長させる。

第6図に示すように、本発明に従って作られた $1 \text{ on } N^+$ 基板④の方が従来の $1 \text{ on } N^+$ 基板(最初から最後まで高温1200℃で $SiCl_4$ を用いて気相成長させた場合)よりも、急峻度 $(W_2 - W_1)$ の値が小さい。即ち、本発明に従えば、オートドーピングを減らして高濃度シリコン層と極低濃

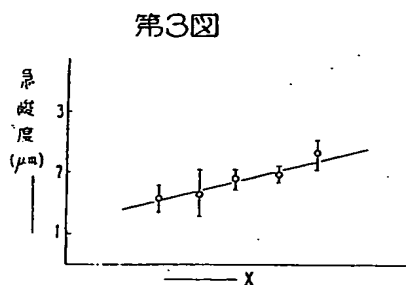
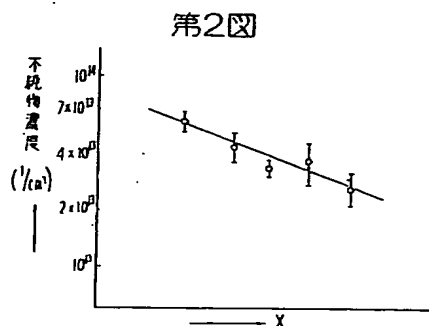
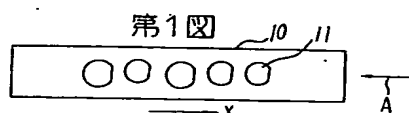
度シリコン層(1層)との間の濃度勾配を急峻にすることができる。

4. 図面の簡単な説明

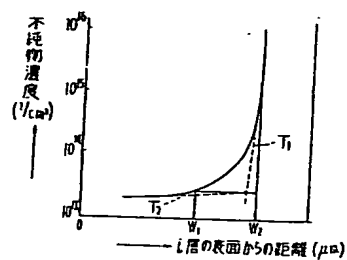
第1図は模型成長炉におけるサセプタ上のウェハーの配列方向Xとキャリアガス H_2 の流れ方向Aとの関係を説明するための図、第2図は第1図におけるウェハーの不純物濃度を示した図、第3図は第1図におけるウェハーの急峻度を示した図、第4図及び第5図は急峻度の定義を説明するための図、第6図は従来の $1 \text{ on } N^+$ 基板⑤と本発明に従う $1 \text{ on } N^+$ 基板④の濃度プロファイルの違いを示した図である。

代理人 (7127) 弁理士 後藤 洋介

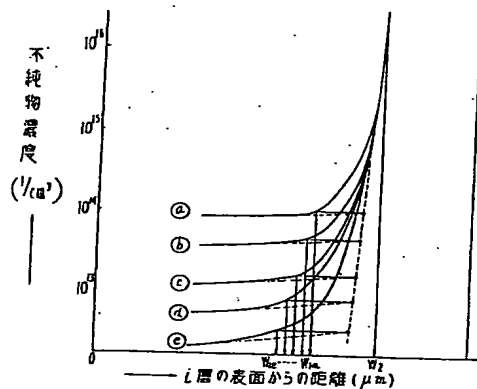




第4図



第5図



第6図

